

## Kompetisi Pertumbuhan Kapang Dekomposer Asal Jambi pada Media Padat

### *Growth Competition of Decomposer Mold from Jambi in Solid State Media*

Ahmad RZ<sup>1</sup>, Dewi RS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Balai Besar Penelitian Veteriner, Jl R. E. Martadinata 30 Bogor 16114

<sup>2</sup> Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. dr. Suparno No. 63, Grendeng, Purwokerto 53122

Ahmad, R. Z., & Dewi, R. S. (2020). Kompetisi Pertumbuhan Kapang Dekomposer Asal Jambi pada Media Padat. *Jurnal Mikologi Indonesia*, 4(1), 134–142. doi: 10.46638/jmi.v4i1.65

#### Abstrak

Limbah feses merupakan masalah dalam industri peternakan di Indonesia. Pengolahan feses menjadi kompos adalah salah satu jalan pemecahannya. Mikroorganisme khususnya kapang dapat digunakan untuk mempercepat proses pengomposan dan meningkatkan ketersediaan unsur hara pada kompos nantinya. Ada 4 jenis isolat kapang asal Jambi yang di seleksi untuk menjadi dekomposer, yaitu *Trichoderma asperellum*, *T. koningiopsis*, *T. harzianum*, dan *Gliocladium virens* dan 1 isolat *Bacillus* sp. Di dalam penelitian ini digunakan media agar kentang dekstroza (*Potato Dextrose Agar*), untuk menguji mikroorganisme tersebut untuk saling berkompetisi dalam petri. Hasil pengamatan menunjukkan isolat *G. virens* paling unggul tumbuhnya dari 3 spesies *Trichoderma* spp. dan *Bacillus* sp.

**Kata kunci** – Feses – kompos – dekomposer – kapang

#### Abstract

Stool waste is a problem in the livestock industry in Indonesia. Processing feces into compost is one way to solve it. Microbes, especially molds, can be used to speed up the composting process and increase nutrient fertilizer later. There were four types of mold isolates from Jambi, which were selected to be decomposers (*Trichoderma asperellum*, *T. koningiopsis*, *T. harzianum*, and *Gliocladium virens*) and one isolat *Bacillus* sp. In this test used media for *Potato Dextrose Agar* (PDA), the 4 molds and 1 bacterial isolate. Each microbes was tested for their ability to compete each other in petri, and the test observations were made after 18 days of incubation at 25°C. The observations showed that the isolate of *G. virens* was the most superior growth of three species *Trichoderma* spp. and bacteria.

**Keywords** – Feces – compost – decomposer – mold

Dikirimkan 13 Februari 2020, Diterima 23 Juni 2020, Terbit online 30 Juni 2020

Corresponding Author: Riza Zainuddin Ahmad, e-mail: [rizamiko@yahoo.co.id](mailto:rizamiko@yahoo.co.id)

## Pendahuluan

Pada sebuah industri peternakan, salah satu efek negatif yang tidak dapat dihindari adalah timbulnya limbah berupa feses, urin, dan sisa pakan. Jika tidak ditangani dengan tepat, limbah peternakan tersebut berpotensi menjadi masalah lingkungan yang dapat menghambat pertumbuhan industri peternakan (Fitriyanto *et al.* 2015). Selama ini limbah ternak yang dihasilkan banyak dibuang ke lingkungan sekitarnya tanpa pengolahan terlebih dahulu, sehingga mencemari lingkungan di sekitar kandang sapi komunal. Bila tidak dikelola dengan baik, limbah yang dihasilkan akan menimbulkan masalah pada aspek produksi dan lingkungan seperti menurunkan kualitas susu yang dihasilkan, menimbulkan bau, dan menjadi sumber penyebaran penyakit bagi ternak dan manusia. Namun sebenarnya limbah yang dihasilkan dari aktivitas ternak sapi mempunyai potensi untuk dikembangkan menjadi berbagai macam produk yang bermanfaat, contoh yang sederhana adalah memanfaatkan limbah peternakan menjadi pupuk organik (Saputro *et al.* 2014). Salah satu pilihan lainnya adalah dengan pembuatan kompos. Kompos akan merubah efek negatif menjadi positif yang meningkatkan nilai ekonomis. Oleh karena pembuatan kompos masih membutuhkan waktu yang lama sehingga perlu juga dilakukan inovasi teknologi, seperti penggunaan mikroorganisma hidup (jamur/kapang dekomposer).

Kompos adalah jenis pupuk alami yang dibuat dengan cara membusukkan bahan-bahan organik sisa-sisa, sampah yang dicampur dengan pupuk kandang dan unsur hara tertentu seperti fosfat (P) sesuai kebutuhan sehingga mengalami pematangan dan menjadi bahan yang mempunyai rasio C/N yang lebih rendah. Kompos yang matang memiliki tanda terasa dingin apabila diraba, mudah rapuh jika diremas, tidak berbau, dan berwarna coklat tua sampai kehitaman (Setiawan, 2007). Kompos merupakan hasil penguraian persial atau tidak lengkap dari campuran bahan-bahan organik yang dapat dipercepat secara artifisial oleh populasi berbagai macam mikroorganisme dalam kondisi lingkungan lembab dan aerobik atau anaerobik. Pengomposan adalah transformasi biokimia dari bahan organik yang dilakukan oleh mikroorganisme. Bahan organik tersebut akan mengalami pengurangan akibat proses tersebut. Selama ini para petani telah banyak memanfaatkan bahan organik sebagai pupuk di lahan pertanian, karena bahan tersebut merupakan bahan mudah lapuk, seperti bahan organik kotoran hewan dan limbah pertanian lainnya (Namira *et al.* 2017). Tujuan pengomposan antara lain untuk menstabilkan limbah organik, membunuh mikroorganisme patogen, biji gulma, mengurangi bau, serta menghasilkan produk akhir yang stabil dan aman untuk digunakan sebagai pupuk tanaman.

Pengolahan limbah ternak menjadi pupuk organik padat dan pupuk cair dapat dijadikan sebagai diversifikasi usaha bagi petani yang akan memberikan banyak keuntungan, antara lain menghasilkan teknik bertani ramah lingkungan dan sayur sehat bagi masyarakat (Syarieff & Latief 2015). Pada bahan organik yang tidak matang masih terjadi proses pembusukan, mikroorganisme patogenik belum mati, meningkatkan suhu tanah dan unsur hara yang rendah. Selain sebagai agensia hayati, *Trichoderma* spp. juga berperan sebagai dekomposer atau pengurai. *Trichoderma* spp. dan *Gliocladium* sp. dapat mempercepat pengomposan, sehingga pengomposan dapat dilakukan dalam waktu 2 sampai 3 minggu (Yulita *et al.* 2017, Herlina 2013). Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mempelajari kemampuan tumbuh dan bersaing beberapa isolat kapang tergolong dekomposer (*Trichoderma* spp. dan *Gliocladium virens*), *Bacillus* sp. asal Jambi pada media agar.

## Metode Penelitian

Percobaan dilakukan di Balai Besar Penelitian Veteriner (BBLitvet) Bogor pada bulan Januari dan Februari 2019. Lima isolat dekomposer yaitu kapang *T. asperellum*, *T. koningiopsis*, *T. harzianum*, dan *G. virens* dan *Bacillus* sp. asal Jambi dipersiapkan untuk perlakuan pada media agar PDA hasil inkubasi selama 3-5 hari, temperatur 25°C (Gambar 1).

Uji Uji kultur ganda (*dual culture*) ini menggunakan 3 kali ulangan dalam setiap perlakuan, dan terdapat 12 perlakuan.

Pengujian daya antagonis kapang terhadap mikroorganisme dilakukan dengan metode kultur ganda modifikasi Evans *et al.* (2003) yaitu Isolat murni hasil perbanyakan dipotong dalam cawan petri dengan ukuran 5 mm persegi, setelah pemotongan selesai dilanjutkan proses penginokulasian isolat untuk uji tantang pada media PDA sesuai dengan perlakuan yang ada. Inokulasi dilakukan dengan cara mengambil potongan isolat menggunakan jarum ose tajam lalu diletakkan berhadapan dengan jarak  $\pm$  30 mm. Setelah penginokulasian isolat pada medium PDA untuk uji tantang dilakukan, medium PDA tersebut diinkubasi selama 18 hari. Pengamatan dilakukan setiap hari dengan melihat pertumbuhan dari masing-masing isolat pada uji tantang ini.

Perlakuan yang digunakan dalam uji tantang sebanyak 12 perlakuan, yaitu (1). *T. harzianum* vs *G. virens*. (2). *T. harzianum* vs *T. asperellum*. (3). *T. koningiopsis* vs *T. asperellum* (4). *T. asperellum* vs *G. virens*. (5). *T. harzianum* vs *T. koningiopsis* (6). *T. koningiopsis* vs *G. virens*. (7). *T. harzianum* vs *T. koningiopsis* vs *G. virens*. (8). *T. koningiopsis* vs *T. asperellum* vs *G. virens*. (9). *T. harzianum* vs *T. koningiopsis* sp. vs *Gliocladium virens*. (10). *T. koningiopsis* vs *T. asperellum* vs *T. harzianum* (11). *T. harzianum* vs *T. asperellum* vs *G. virens*. dan (12). *T. koningiopsis* vs *T. harzianum* vs *G. virens*. vs *T. asperellum* vs *T. koningiopsis* vs Bakteri.

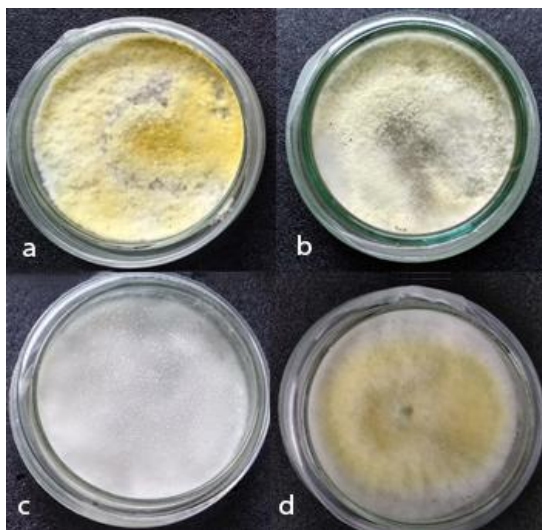
Pengamatan pertumbuhan antar isolat berdasar Hartal *et al.* (2010), yang dimodifikasi, hambatan dalam persentase :

$$I = \frac{D1-D2}{D1} \times 100\%$$

I adalah persentase penghambatan, D1 adalah diameter koloni kapang yang tidak dipengaruhi agen kapang lainnya, dan D2 adalah diameter koloni kapang yang dipengaruhi kapanglain.

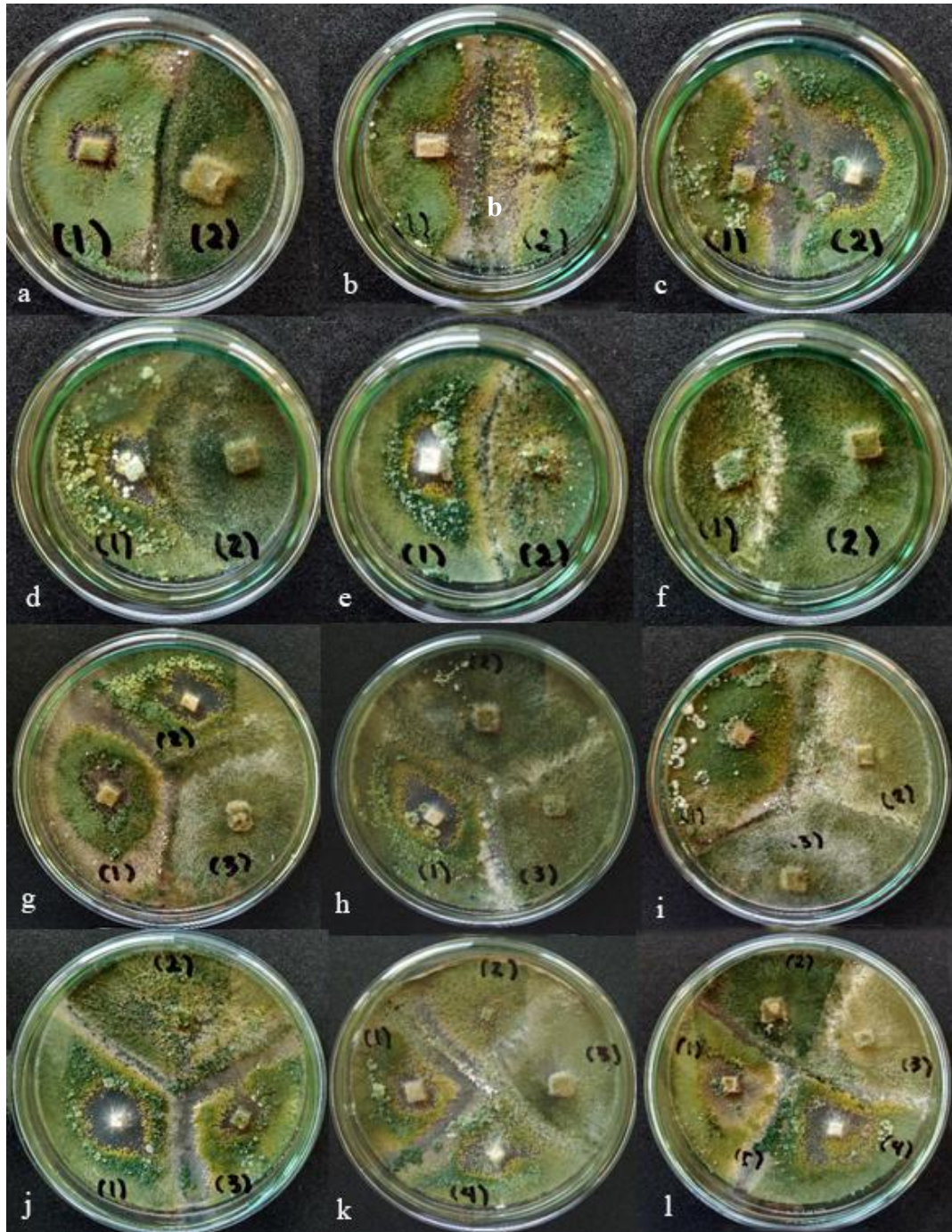
## Hasil

Pengamatan pertumbuhan kapang, uji kultur ganda dari 5 isolat diperoleh hasil berikut ini. Pertumbuhan kapang pada gambar 1, uji kultur ganda pada gambar 2, Persentase penghambatan antar isolat ditampilkan dalam Gambar 3. Dan tabel 1 hasil inkubasi uji kultur ganda selama 18 hari

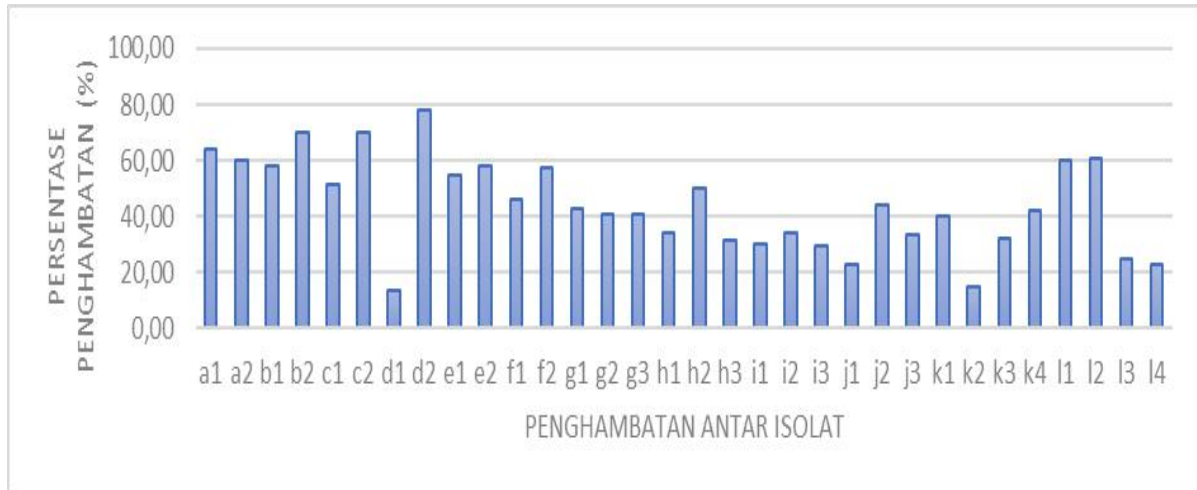


**Gambar 1.** *Trichoderma* spp. dan *Gliocladium* sp. secara makroskopis inkubasi 3 hari pada media PDA; a. *T. asperellum*; b. *T. harzianum*; c. *T. koningiopsis* dan d. *G. virens*.





**Gambar 2.** Uji Kultur Ganda *Trichoderma* spp. dan *G. virens* pada media PDA inkubasi 18 hari. **a.** (1) *T. harzianum*, (2) *G. virens* ; **b.** (1) *T. harzianum*, (2) *T. asperellum*; **c.** (1) *T. harzianum*, (2) *T. koningiopsis*; **d.** (1) *T. koningiopsis*, (2) *G. virens*; **e.** (1) *T. koningiopsis*, (2) *T. asperellum*; **f.** (1) *T. asperellum*, (2) *G. virens*; **g.** (1) *T. harzianum*, (2) *T. koningiopsis*, (3) *Gliocladium*; **h.** (1) *T. koningiopsis*, (2) *T. asperellum*, (3) *Gliocladium* sp.; **i.** (1) *T. harzianum*, (2) *T. asperellum*, (3) *G. virens*; **j.** (1) *T. koningiopsis*, (2) *T. asperellum*, (3) *T. harzianum* ; **k.** (1) *T. harzianum*, (2) *T. asperellum*, (3). *G. virens*, (4). *T. koningiopsis*; **l.** (1) *T. harzianum*, (2) *G. virens*, (3) *T. asperellum*, (4). *T. koningiopsis* dan (5) *Bacillus* sp.



**Gambar 3.** Persentase penghambatan antar isolat.

Keterangan :

- a1. *T. harzianum* terhadap *G. virens*
- a2. *G. virens* terhadap *T. harzianum*
- b1. *T. harzianum* terhadap *T. asperellum*
- b2. *T. asperellum* terhadap *T. harzianum*
- c1. *T. harzianum* terhadap *T. koningiopsis*
- c2. *T. koningiopsis* terhadap *T. harzianum*
- d1. *T. koningiopsis* terhadap *G. virens*
- d2. *G. virens* terhadap *T. koningiopsis*
- e1. *T. koningiopsis* terhadap *T. asperellum*
- e2. *T. asperellum* terhadap *T. koningiopsis*
- f1. *T. asperellum* terhadap *G. virens*
- f2. *G. virens* terhadap *T. asperellum*
- g1. *T. harzianum* terhadap *T. koningiopsis* dan *G. virens*
- g2. *T. koningiopsis* terhadap *T. harzianum* dan *G. virens*
- g3. *G. virens* terhadap *T. harzianum* dan *T. koningiopsis*
- h1. *T. koningiopsis* terhadap *T. asperellum* dan *G. virens*
- h2. *T. asperellum* terhadap *T. koningiopsis* dan *G. virens*
- h3. *G. virens* terhadap *T. koningiopsis* dan *T. asperellum*
- i1. *T. harzianum* terhadap *T. asperellum* dan *G. virens*
- i2. *T. asperellum* terhadap *T. harzianum* dan *G. virens*
- i3. *G. virens* terhadap *T. harzianum* dan *T. asperellum*
- j1. *T. koningiopsis* terhadap *T. asperellum* dan *T. harzianum*
- j2. *T. asperellum* terhadap *T. koningiopsis* dan *T. harzianum*
- j3. *T. harzianum* terhadap *T. asperellum* dan *T. harzianum*
- k1. *T. harzianum* terhadap *T. asperellum*, *G. virens* dan *T. koningiopsis*
- k2. *T. asperellum* terhadap *T. harzianum*, *G. virens* dan *T. koningiopsis*
- k3. *G. virens* terhadap *G. virens*, *T. asperellum* dan *T. koningiopsis*
- k4. *T. koningiopsis* terhadap *T. harzianum*, *T. asperellum* dan *G. virens*
- l1. *T. harzianum* terhadap *G. virens*, *T. asperellum*, *T. koningiopsis* dan Bakteri.
- l2. *G. virens*, terhadap *T. harzianum*, *T. asperellum*, *T. koningiopsis* dan Bakteri.
- l3. *T. asperellum* terhadap *T. harzianum*, *G. virens*, *T. koningiopsis* dan Bakteri.
- l4. *T. koningiopsis* terhadap *T. harzianum*, *G. virens*, *T. asperellum*, dan Bakteri.

**Tabel 1** Hasil Inkubasi Uji Kultur Ganda Selama 18 Hari

No.	Perlakuan	Kesimpulan isolat unggul	
		Rataan ukur (cm)	
1.	Th vs G	4.8 : 4.2	Th
2.	Th vs Ta	4.3 : 4.7	Ta
3.	Th vs Tk	3.5 : 5.5	Tk
4.	Tk vs G	3.5 : 5.5	G
5.	Tk vs Ta	5.0 : 4.0	Tk
6.	Ta vs G	4.0 : 5.0	G
7.	Th + Tk + G	4.0 : 3.5 : 4.8	G
8.	Tk + Ta + G	3.5 : 3.7 : 4.0	G
9.	Th + Ta + G	5.0 : 5.0 : 6.0	G
10.	Tk + Ta + Th	4.0 : 4.2 : 3.0	Ta
11.	Th + Ta + G + Tk	4.5 ; 4.0 ; 5.5 ; 5.5	G
12.	Th + G + Ta + Tk + Bac	3.5 : 4.1 : 3 : 4.1 : 0.1	G

Keterangan :

Th : *T. harzianum*

Tk : *T. koningiopsis*

Ta : *T. asperellum*

G : *G. virens*

Bac : *Bacillus* sp

## Pembahasan

Berdasarkan hasil uji tantang (Tabel 1) yang didapatkan setelah 18 hari inkubasi, dinyatakan bahwa isolat kapang *G. virens* merupakan isolat yang paling unggul pertumbuhannya dibandingkan dengan isolat *Trichoderma* spp. Meski Th lebih unggul tumbuhnya dari G, namun Th kalah unggul tumbuhnya dibanding Ta dan Tk, dan Ta lebih unggul dari Tk dan Th, namun bila di uji ke-4nya G lebih unggul, meskipun apabila di uji ke-5nya termasuk dengan bakteri yang unggul malah Tk. Sehingga secara keseluruhan G yang paling unggul pertumbuhannya. Terdapat satu jenis isolat yang pertumbuhannya juga unggul pada isolat *Trichoderma* spp. yaitu *T. koningiopsis*, tetapi ketika *T. koningiopsis* diuji tantangkan dengan *G. virens*, *T. koningiopsis* tidak mampu berkompetisi dengan baik dengan *G. virens*, sehingga *Gliocladium* sp. yang unggul dalam kompetisi tersebut. Meski ke-3 isolat *Trichoderma* spp. yang digunakan diduga mempunyai sifat dan ciri-ciri pertumbuhan yang sama atau hampir sama, termasuk juga kemampuannya di dalam menghasilkan senyawa metabolit sekunder. Hal ini juga tidak sesuai dengan hasil penelitian Soesanto *et al.* (2011), yang menyatakan bahwa sifat morfologi dan fisiologi tiga isolat *Trichoderma* spp. adalah sama. Meski hasil percobaan Gomez *et al.* (1997) menunjukkan bahwa pengamatan makroskopis terhadap semua isolat *Trichoderma* spp. sangat mirip laju pertumbuhan jejari, pola pensporaan dan warna spora, dan tidak ada isolat yang tumbuh saling menutupi. Pendapat tersebut tidak sesuai dengan hasil percobaan yang menunjukkan pertumbuhan ke-3 isolat *Trichoderma* spp. yang diuji saling menghambat meski dalam ukuran kecil (Gambar 2 sd 7). Uji ini berguna untuk mengkombinasikan agen hayati sebagai dekomposer. Hal ini karena dalam membuat kompos tentunya perlu diketahui kesesuaian agen dekomposer di dalam penggabungannya sebagai dekomposer feses, untuk itu perlu dilakukan uji pertumbuhan pada petri sebagai awal pertimbangan pemilihan isolat dekomposer (Soesanto *et al.* 2013). Hasil % penghambatan paling besar 77.78% pada gambar 3 adalah *G. virens*. Sedangkan *T. koningiopsis* % penghambatan paling rendah sebesar 13.51%.

Walaupun *Trichoderma* spp dan *Gliocladium* sp dapat digunakan sebagai agen

pengendali hayati pilihan untuk mengendalikan agen penyakit patogen namun perlu diuji apakah keduanya dapat sinergis atau antagonis bila digunakan bersamaan untuk pengendalian penyakit (Hartal *et al.* 2010).

*Gliocladium* spp, menghasilkan senyawa antibiotik gliovirin, viridin, juga memproduksi antijamur gliotoksin dan Virin. Parasitisme, antibiosis, kompetisi, predasi dan lisis menghasilkan kemampuan antagonism terhadap pertumbuhan kapang lainnya, sehingga kapang ini mampu mematikan kapang lainnya (Herlina 2013). *Gliocladium* sp adalah kapang yang termasuk dapat mempercepat proses dekomposisi bahan organik di alam. Bahan organik tersebut dirubah menjadi pupuk yang mempunyai nilai ekonomis (Syamsiah & Firmansyah 2012). *G. virens* tergolong kapang klas Deuteromycetes. Konidia berwarna hijau dan konidiaformnya bersepta, konidia berbentuk bulat telur, dan hifanya bersekat, biasanya dipakai agen pengendali hayati mis pada antraknosa cabai (Rizal 2017).

*Trichoderma* spp berbeda dengan *Gliocladium* sp dalam menghasilkan metabolit meskipun keduanya sama sama tergolong kapang tanah yang dapat dipakai sebagai biologi kontrol, Kapang ini dan termasuk saprofit dan mikroba tanah. Metabolit sekunder *Trichoderma* spp. dapat berupa senyawa antibiotik, enzim, toksin, dan hormon. Senyawa antibiotik yang dihasilkan *Trichoderma* spp. di antaranya adalah viridin, koniginin, sitosperon, trichodermol, manitol, dan 2- asam hidroksimalonat (Vinale *et al.* 2014). Metabolit sekunder *Trichoderma* spp juga mengandung enzim protease, selulase, selobiase, kitinase, dan 1,3- $\beta$ -glukanase (Dubey *et al.* 2011), yang berperan penting di dalam pengendalian penyakit tanaman. Sebenarnya *Trichoderma* spp yang mempunyai banyak bioaktivitas memiliki metabolit sekunder yang berlimpah, lebih dari 390 campuran non volatil dari 20 jenis *Trichoderma* spp termasuk *T. asperellum*, *T. harzianum* dan *T. koningiopsis*. Campuran tersebut termasuk peptaibol, terpenin, diketopiperazin, steroid, amida, lakton, poliketida, derivat asam tekonik, peptida, derivat piranon, piridin, dan siklopentana. (Li *et al.* 2019). *T. asperellum* dan *T. harzianum* menghasilkan metabolit 3 $\beta$ ,5 $\alpha$ ,9 $\alpha$ -trihidroksiergosta 7,22-dien- 6-1 sebagai Antijamur (Liang 2016, Li *et al.* 2019)

Metabolit dari *Trichoderma koningiopsis*: trikoningin KAV; 11-lipopeptaibo; trikoningin KB I dan trikoningin KB II; serta 5 poliketida yaitu koniginin A, B, D, F dan M sebagai antijamur (Chen *et al.* 2015, Li *et al.* 2019). Beberapa metabolit sebagai anti jamur dari *T. harzianum* diketahui adalah sebagai berikut; asam palmitik; 6 pentil-2H piran -2-1; 1-hidroksi-3-metillantakuinon;  $\delta$ -dekanolakton; ergosterol; harzianopiridone; dan 6-metil-1,3,8-trihidroksiantrakuinon, 1,8-dihidroksi-3-metilantrakuinon; Harzianolid; trichodermin; 6-pentil- $\alpha$ -pirone; sebagai antijamur (Mutawila *et al.* 2016, Ahluwalia *et al.* 2015, Shi *et al.* 2009, Sha *et al.* 2013, Li *et al.* 2019). *Trichoderma* spp. juga merupakan jenis kapang yang termasuk kelas Ascomycetes. *Trichoderma* spp. memiliki aktivitas anti jamur seperti yang telah dijelaskan di atas. *Trichoderma* spp. banyak ditemukan di tanah hutan maupun tanah pertanian atau pada substrat berkayu. Sebagai agensia hayati, *Trichoderma* spp. berpotensi menjaga sistem ketahanan tanaman misalnya dari serangan patogen seperti jamur patogen.

*G. virens* lebih unggul pertumbuhannya dari *Trichoderma* spp diduga karena media PDA agar lebih cocok untuk pertumbuhannya selain itu metabolit anti jamur yang dihasilkan lebih kuat potensinya sebagai anti jamur, meski hanya dominan gliotoksin dan Viridin (Gambar 3). Adapun *T. koningiopsis* meski mempunyai banyak jenis antijamurnya namun mempunyai efek anti jamur lebih lemah dari 3 kapang lainnya. Namun untuk unggul sebagai dekomposer dalam pembuat kompos untuk biofertiliser harus diuji lebih lanjut.

## Kesimpulan

Kapang *G.virens* merupakan isolat paling unggul pertumbuhannya dibandingkan dengan isolat *Trichoderma* spp. (*T. asperellum*, *T. harzianum*, dan *T. koningopsis*) yang diujikan pada media agar.



## Ucapan Terima Kasih

Percobaan ini sebagian kecil dari penelitian KP4S tahun 2017 yang didanai oleh Badan Litbang Kemtan. Dimanfaatkan oleh peneliti BBalitvet dan civitas akademika Fak. Biologi Unsoed sehingga selesainya naskah KTI ini.

## Pustaka

- Ahluwalia, V., Kumar, J., Rana, V.S., Sati, O.P. & Walia, S. (2015). Comparative evaluation of two *Trichoderma harzianum* strains for major secondary metabolite production and antifungal activity. *Natural Product Research*, 29, 914–920.
- Chen, J.L., Liu, K., Miao, C.P., Guan, H.L., Zhao, L.X. & Sun, S.Z. (2015). Chemical constituents with siderophores activities from *Trichoderma koningiopsis* YIM PH30002. *Natural Product Research and Development*, 27, 1878–1883.
- Dubey, S.C., Tripathi, A., Dureja, P. & Grover, A. (2011). Characterization of secondary metabolites and enzymes produced by *Trichoderma* species and their efficacy against plant pathogenic fungi. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 81(5), 455–461.
- Evans, H.C., Holmes, K.A. & Thomas, S.E. (2003). Endophytes and mycoparasites associated with an indigenous foresty tyree, *Theobroma gioleri*, in Ecuador and preliminary assessment of their potential as biocontrol agents of cocoa disease. *Mycological progress*, 2, 149-160.
- Fitriyanto, N.A., Triatmojo, S., Pertiwinigrum, A., Erwanto, Y., Abidin, M.Z., Baliarti, E. & Suranindyah, Y.Y. (2015). Penyuluhan dan Pendampingan Pengolahan Limbah Peternakan Sapi Potong I kelompok Tani Ternak Sido Mulyo Dusun Pulosari, Desa Jumowo, Kecamatan Salam, Kabupaten Magelang. *Indonesian Journal of Community Engagement*, 1(1), 79-95.
- Gomez, I., Chet, I. & Herrera-Estrella, A. (1997). Genetic diversity and vegetative compatibility among *Trichoderma harzianum* isolates. *Molecular and General Genetics*, 256, 127-135.
- Hartal, Misnawaty & Budi, I. (2010). Efektifitas *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. dalam Pengendaain Layu Fusarium Tanaman Jrisan. *JUPI*, 12(1), 7-12.
- Herlina, L. (2013). Uji Potensi *Gliocladium* sp. Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tomat. *Biosaintifika*, 5(2), 88-93.
- Li, M., Li, G. & Zhang, K. (2019). Non-Volatile Metabolites from *Trichoderma* spp. *Metabolites*, 9, 58.
- Liang, X.R. (2016). Secondary Metabolites from Three Marine-Derived *Trichoderma* Fungi and Their Bioactivities. (Ph.D. Thesis). Chinese Academy of Sciences, Yantai, China.
- Herlina. (2013). Uji Potensi *Gliocladium* sp. Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tomat. *Biosaintifika*, 5(2), 88-93.
- Mutawila, C., Vinale, F., Halleen, F., Lorito, M. & Mostert, L. (2016). Isolation, production and *in vitro* effects of the major secondary metabolite produced by *Trichoderma* species used for the control of grapevine trunk diseases. *Plant Pathology*. 65, 104–113.
- Namira, P.J.R., Mukarlina & Rahmawati. (2017). Pertumbuhan Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) yang diberi Pupuk Kompos Kotoran Kambing dengan Dekomposer. *Protobiont*, 6(3), 18-25.
- Rizal, S. (2017). Uji antagonis *Gliocladium* sp dalam menghambat pertumbuhan jamur penyebab penyakit busuk antrakosa. *Sainsmatika*, 14(2), 100-106.
- Saputro, D.D., Wijaya, B.R & Wijayanti, Y. (2014). Pengelolaan Limbah Peternakan Sapi untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi pada Kelompok Ternak Patra Sutera. *Rekayasa*, 12(2), 91-98.
- Setiawan, A.I. (2007). Memanfaatkan Kotoran Ternak. Penebar Swadaya.



- Sha, S., Liu, L., Pan, S. & Wang, W.M. (2013). Isolation and purification of antifungal components from *Trichoderma harzianum* ferment broth by high-speed counter-current chromatography. *Chinese Journal of Biological Control*, 29, 83–88.
- Shi, Y.J., Shentu, X.P. & Yu, X.P. (2009). Identification of an endophytic fungus isolated from *Ilex cornuta* and the biocontrol effects of its secondary metabolite. *Acta Phytopathologica Sinica*, 39, 362–367.
- Soesanto, L., Mugiastuti, E., Rahayu, R.F. & Dewi, R.S. (2013). Uji Kesesuaian empat isolate *Trichoderma* spp. dan daya hambat *in vitro* terhadap beberapa patogen tanaman. *J.HPT Tropika*, 13(2), 117-123.
- Soesanto, L., Utami, D.S. & Rahayuniati, R.F. (2011). Morphological characteristics of four *Trichoderma* isolates and two endophytic *Fusarium* isolates. *Canadian Journal Scientific and Industrial Research*, 2(8), 294-304
- Syamsiah, M. & Firmansyah, D. (2012). Pengaruh Perbedaan Dosis Bioaktivator *Gliocladium* sp Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kacang tanah (*Arachis hypogea* L). *Journal of Agrosience*, 4(5), 63-73.
- Syarief, S & Latief, A. (2015). Penerapan Ipteks Bagi Kelompok Tani Teratai Talang Bakung Melalui Pengolahan Limbah Ternak Sapi Menjadi Pupuk Organik Padat Trichokompos dan Pupuk Organik Cair Urip-on-Pon, *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 30(1).
- Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E.L., Woo, S.L., Nigro, M., Marra, R., Lombardi, N., Pascale, A., Ruocco, M., Lanzuise, S., Manganiello, G. & Lorito, M. (2014). *Trichoderma* secondary metabolites active on plants and fungal pathogens. *The Open Mycology Journal*, 8(1), 127–139.